

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-166851**

(43)Date of publication of application : **27.06.1995**

(51)Int.Cl.

F01N 3/24

F01N 3/08

F01N 3/18

F01N 3/28

F01N 3/28

F02D 41/04

F02D 41/14

(21)Application number : **06-011127**

(71)Applicant : **TOYOTA MOTOR CORP**

(22)Date of filing : **02.02.1994**

(72)Inventor : **KATO KENJI**

**KIHARA TETSUO**

**ASANUMA TAKAMITSU**

**IGUCHI SATORU**

**ARAKI YASUSHI**

**HIROTA SHINYA**

**OBATA KIYOSHI**

(30)Priority

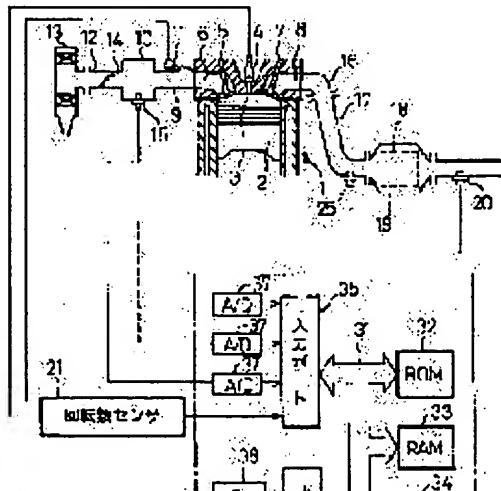
Priority number : **05259872** Priority date : **18.10.1993** Priority country : **JP**

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To efficiently purify exhaust by operating an NOx absorbent properly regenerated in accordance with change in its absorbing ability, preventing an exhaust nature from worsening due to decrease in the absorbing ability of the NOx absorbent, and also effectively applying the absorbing ability of the NOx absorbent.

**CONSTITUTION:** A NOx sensor 20 is arranged in the downstream of an NOx absorbent 18 in an exhaust passage 17 of an internal combustion engine, and based on detected concentration of an NOx component, when



decided worsening NOx absorbing ability of the NOx absorbent 18, the NOx absorbent is regenerated.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	29.01.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	2985638
[Date of registration]	01.10.1999
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-166851

(43) 公開日 平成7年(1995)6月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/24	Z A B E			
	R			
3/08	Z A B A			
3/18	Z A B B			
3/28	Z A B			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-11127

(22) 出願日 平成6年(1994)2月2日

(31) 優先権主張番号 特願平5-259872

(32) 優先日 平5(1993)10月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 加藤 健治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 木原 哲郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 浅沼 孝充

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

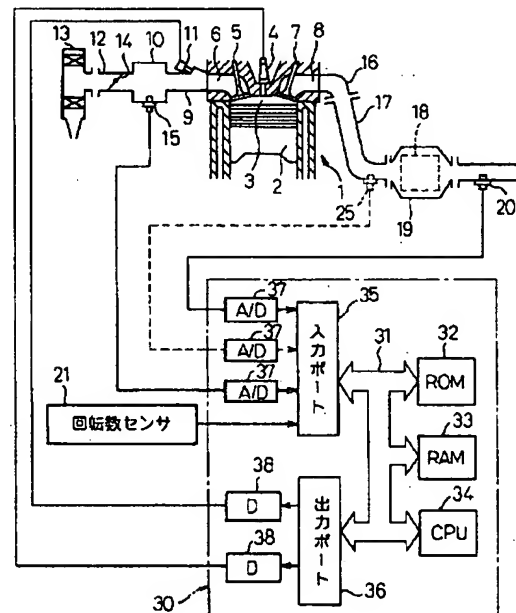
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【目的】  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の変化に応じた適切な再生操作を行い、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力低下による排気性状の悪化を防止するとともに、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力を有効に活用した効率的な排気浄化を行う。

【構成】 内燃機関1の排気通路17の、 $\text{NO}_x$  吸収剤18の下流側に $\text{NO}_x$  センサ20を配置し、検出した $\text{NO}_x$  成分の濃度に基づいて $\text{NO}_x$  吸収剤18の $\text{NO}_x$  吸収能力が低下したと判定されたときに $\text{NO}_x$  吸収剤の再生を行う。



1...内燃機関 20, 25... $\text{NO}_x$  センサ  
17...排気通路 30...制御回路  
18... $\text{NO}_x$  吸収剤

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンなときに $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤と、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側の排気通路に配置され、排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサと、

前記 $\text{NO}_x$ センサの検出した $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側での排気中の $\text{NO}_x$ 濃度に基づいて、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下の有無を判定する判定手段と、

前記吸収能力が低下したと判定されたときに、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の空燃比をリッチまたは理論空燃比にして、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させる再生手段、

とを備えた内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記判定手段は、前記 $\text{NO}_x$ センサの検出した $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側での排気中の $\text{NO}_x$ 濃度が所定値以上であり、かつ前記 $\text{NO}_x$ 濃度の増加速度の変化率が負になったときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定する請求項1に記載の排気浄化装置。

【請求項3】 内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンなときに $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤と、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段と、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側の排気通路に配置され、排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する下流側 $\text{NO}_x$ センサと、

前記上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段により検出された前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側での排気中の $\text{NO}_x$ 濃度と、前記下流側 $\text{NO}_x$ センサにより検出された前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側での排気中の $\text{NO}_x$ 濃度とに基づいて前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下の有無を判定する判定手段と、

前記吸収能力が低下したと判定されたときに、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の空燃比をリッチまたは理論空燃比にして、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させる再生手段、

とを備えた内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記判定手段は、前記上流側での $\text{NO}_x$ 濃度と前記下流側での $\text{NO}_x$ 濃度との差が、所定値以下になったときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定する請求項3に記載の排気浄化装置。

【請求項5】 前記判定手段は、前記下流側での $\text{NO}_x$ 濃度と前記上流側 $\text{NO}_x$ 濃度との比が、所定値以上になったときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定する請求項3に記載の排気浄化装置。

【請求項6】 前記上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段は、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の排気通路に配置された、排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサからなる請求項3から5のいずれか1項に記載の排気浄化装置。

【請求項7】 前記上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段は、前記機関の運転状態を検出する手段と、検出された運転状態に基づいて、予め定められた関係から前記上流側での $\text{NO}_x$ 濃度を演算する手段とを備えた請求項3から5のいずれか1項に記載の排気浄化装置。

【請求項8】 内燃機関の排気通路に配置した、流入する排気空燃比がリーンなときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、排気酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤と、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤の下流側の排気通路に配置され、排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサと、

所定時間間隔で前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気空燃比をリッチまたは理論空燃比にして、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させる $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作を行う再生手段と、

前記 $\text{NO}_x$ センサにより検出された排気中の $\text{NO}_x$ 濃度に基づいて、前記再生手段の前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤再生操作実行間隔を補正する補正手段、

とを備えた内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細には、ディーゼルエンジンや希薄燃焼を行うガソリンエンジン等、リーン空燃比の燃焼を行う内燃機関の排気中の $\text{NO}_x$ を効果的に除去可能な排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の排気浄化装置の例としては、例えば特開昭62-106826号公報に開示されたものがある。同公報の装置は、ディーゼル機関の排気通路に酸素の存在下で $\text{NO}_x$ を吸収する吸収剤を接続し、一定時間排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させた後、吸収剤への排気の流入を遮断して吸収剤に還元剤を供給し、吸収剤から $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化するようにしたものである。すなわち、同公報の装置では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤は $\text{NO}_x$ 吸収と放出、還元浄化とを交互に一定時間毎に繰り返すようにしている。

【0003】  $\text{NO}_x$ 吸収剤は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤中に吸収した $\text{NO}_x$ 量が増大して、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収可能な最大 $\text{NO}_x$ 量（飽和量）に近づくにつれて $\text{NO}_x$ 吸収能力が低下して行き、 $\text{NO}_x$ 吸収剤が吸収可能な最大 $\text{NO}_x$ 量（飽和量）に到達した後は流入する排気中の $\text{NO}_x$ をほとんど吸収できなくなる。上記特開昭62-106826号公報の装置では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤が一定時間 $\text{NO}_x$ 吸収を行った時に、 $\text{NO}_x$ 吸収剤中に吸収された $\text{NO}_x$ 量が増大して $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判断し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作を行うようにしている。

（なお、本明細書では、前述の $\text{NO}_x$ 吸収剤からの吸収した $\text{NO}_x$ の放出と還元浄化との操作を「 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作」という。）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、 $\text{NO}_x$  吸収剤が吸収する  $\text{NO}_x$  量は常に一定ではなく、機関負荷、機関回転数（排気流量）、排気中の  $\text{NO}_x$  濃度、排気温度等の機関運転条件により大きく変化する。このため、上記公報の装置のように、再生操作を行う時間間隔を一定値に固定していると、機関の運転条件によっては再生操作が実行される前に  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収量が飽和量に到達してしまい、排気中の  $\text{NO}_x$  が吸収されずに  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側に排出されるようになる問題が生じる。

【0005】また、 $\text{NO}_x$  吸収剤の飽和量は、使用による  $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化（例えば、後述する硫黄被毒等）により変化（低下）し、更に劣化の程度が同一であっても  $\text{NO}_x$  吸収剤の温度（排気温度）により変化する。このため、 $\text{NO}_x$  吸収剤中に吸収した  $\text{NO}_x$  量が同一であっても  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力は劣化の程度や排気温度に応じて変化する。従って、上記特開昭62-106826号公報の装置のように再生操作を行う時間間隔を一定値に固定したのでは、 $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化に応じた適切な再生を行うことができない問題がある。

【0006】この問題を解決するために、機関の運転条件や触媒の劣化程度（使用時間）等に応じて  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作実行間隔を変化させるようにして、例えば  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収量が增大するような運転条件下では再生操作の間隔を短くしたり、あるいは、 $\text{NO}_x$  吸収剤の累積使用時間（劣化の程度）に応じて  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作の間隔を短くするようにすることも考えられる。

【0007】しかし、この場合も、 $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力を直接検出することはできないため、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力に応じた適切な再生操作を行うことができない問題がある。例えば、上記特開昭62-106826号公報の装置では、 $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作時には、 $\text{NO}_x$  吸収剤への排気の流入を遮断して還元剤の供給を行っているが、遮断弁への異物噛込みなどにより  $\text{NO}_x$  吸収剤への排気の遮断が充分に行われなくなったような場合には、 $\text{NO}_x$  吸収剤の再生が不十分になったり、再生後の  $\text{NO}_x$  吸収剤が次に  $\text{NO}_x$  吸収を開始する前に排気中の  $\text{NO}_x$  を吸収してしまうために、次に  $\text{NO}_x$  の吸収を開始したときにある程度の量の  $\text{NO}_x$  が吸収剤中に残存するようになる。このような場合には、 $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力は吸収開始時から低下しており、運転条件や劣化の程度に応じて再生操作実行間隔を変化させただけでは、充分な排気浄化を行うことは出来ない。

【0008】本発明は、上記問題に鑑み、 $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力に正確に対応した再生操作を行い、排気浄化能力を向上させることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンのときに  $\text{NO}_x$  を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した  $\text{NO}_x$  を放出する  $\text{NO}_x$  吸収剤と、前記  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側の排気通路に配置され、排気中の  $\text{NO}_x$  濃度を検出する  $\text{NO}_x$  センサと、前記  $\text{NO}_x$  センサの検出した  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側での排気中の  $\text{NO}_x$  濃度に基づいて、前記  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の低下の有無を判定する判定手段と、前記吸収能力が低下したと判定されたときに、前記  $\text{NO}_x$  吸収剤に流入する排気空燃比をリッチまたは理論空燃比にして、 $\text{NO}_x$  吸収剤から吸収した  $\text{NO}_x$  を放出させる再生手段、とを備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0010】また、請求項2に記載の本発明によれば、請求項1の発明において前記判定手段は、前記  $\text{NO}_x$  センサの検出した  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側での排気中の  $\text{NO}_x$  濃度が所定値以上であり、かつ前記  $\text{NO}_x$  濃度の増加速度の変化率が負になったときに  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0011】一方、請求項3に記載の本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンのときに  $\text{NO}_x$  を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した  $\text{NO}_x$  を放出する  $\text{NO}_x$  吸収剤と、前記  $\text{NO}_x$  吸収剤上流側の排気中の  $\text{NO}_x$  濃度を検出する上流側  $\text{NO}_x$  濃度検出手段と、前記  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側の排気通路に配置され、排気中の  $\text{NO}_x$  濃度を検出する下流側  $\text{NO}_x$  センサと、前記上流側  $\text{NO}_x$  濃度検出手段により検出された前記  $\text{NO}_x$  吸収剤上流側での排気中の  $\text{NO}_x$  濃度と、前記下流側  $\text{NO}_x$  センサにより検出された前記  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側での排気中の  $\text{NO}_x$  濃度とに基づいて前記  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の低下の有無を判定する判定手段と、前記吸収能力が低下したと判定されたときに、前記  $\text{NO}_x$  吸収剤に流入する排気空燃比をリッチまたは理論空燃比にして、 $\text{NO}_x$  吸収剤から吸収した  $\text{NO}_x$  を放出させる再生手段、とを備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0012】また、請求項4に記載の本発明では、請求項3に記載の発明において、前記判定手段は、前記上流側での  $\text{NO}_x$  濃度と前記下流側での  $\text{NO}_x$  濃度との差が、所定値以下になったときに  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置が提供される。更に、請求項5に記載の本発明では、請求項3に記載の発明において、前記判定手段は、前記下流側での  $\text{NO}_x$  濃度と前記上流側  $\text{NO}_x$  濃度との比が、所定値以上になったときに  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下したと判定するようにした内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0013】また、請求項6に記載の本発明では、請求項3から5のいずれかに記載の発明において、前記上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段が、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の排気通路に配置された $\text{NO}_x$ センサからなる内燃機関の排気浄化装置が提供される。更に、請求項7に記載の本発明によれば、請求項3から5のいずれかに記載の発明において、前記上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段が、前記機関の運転状態を検出する手段と、検出された運転状態に基づいて、予め定められた関係から前記上流側での $\text{NO}_x$ 濃度を演算する手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0014】また、請求項8に記載の本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置した、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、排気酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤と、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤の下流側の排気通路に配置され、排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサと、所定時間間隔で前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の空燃比をリッチまたは理論空燃比にして、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させる $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作を行う再生手段と、前記 $\text{NO}_x$ センサにより検出された排気中の $\text{NO}_x$ 濃度に基づいて、前記再生手段の前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤再生操作実行間隔を補正する補正手段、とを備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0015】

【作用】以下、図1を用いて、本発明の作用を説明する。図1(A)は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間と下流側に流出する排気中の $\text{NO}_x$ 濃度との関係の一例を示す図である。図1(A)において、縦軸は $\text{NO}_x$ 濃度を、横軸は $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間をそれぞれ示し、また図1(A)にINで示すのは $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度、OUTで示すのは $\text{NO}_x$ 吸収剤から流出する下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を示している。図1(A)に示すように $\text{NO}_x$ 吸収剤が $\text{NO}_x$ 吸収開始した後、 $\text{NO}_x$ 吸収量が少ない間は流入排気中の $\text{NO}_x$ のほとんどが $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収され、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度(OUT)は上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度(IN)に較べて低いレベルに維持される。しかし、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収時間が増大するにつれて $\text{NO}_x$ 吸収量の増加により $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下するため、下流に流出する排気中の $\text{NO}_x$ 濃度は増大し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収量が飽和に近づくと流入する排気中の $\text{NO}_x$ はほとんど吸収されなくなり、下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度(OUT)が上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度(IN)とほとんど同じレベルになってしまう。前述の特開昭62-106826号公報の装置では、これを防止するために、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間(再生操作実行間隔)を図1(A)に $T_1$ で示す一定の時間に設定して下流側排気中の $\text{NO}_x$ 成分濃度が増大する前に再生操作を行っている。

【0016】図1(B)は何らかの原因で $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量が低下した場合を示す図1(A)と同様な図である。図1(B)では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量が低下しているため、少ない $\text{NO}_x$ 吸収量で $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下するようになる。このため、図1(A)に較べて吸収開始後短時間で下流側の排気中の $\text{NO}_x$ 濃度(OUT)が増大するようになり、再生操作実行間隔を図1(A)と同じ $T_1$ に固定していたのでは、再生操作を行う前に $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側の排気中の $\text{NO}_x$ 成分濃度が大幅に増大して、排気性状が悪化してしまう。

【0017】本発明の請求項1に記載の発明では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の下流側に配置した $\text{NO}_x$ センサにより $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側の排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出し、判定手段はこの下流側 $\text{NO}_x$ 濃度に基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したか否かを判定する。また、再生手段は上記により $\text{NO}_x$ 吸収能力が低下したと判断されたときに、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の空燃比をリッチまたは理論空燃比にして $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行う。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量の変化にかかわらず $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収量が飽和量に到達する前に $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生が行われ、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が回復するため $\text{NO}_x$ 吸収剤の状態の変化により排気性状が悪化することがない。

【0018】また、上記の吸収能力の低下の有無の判定は、例えば、請求項2に記載した方法で行われる。すなわち、図1(A)(B)に示したように、吸収開始後の下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度は、吸収開始直後は緩やかに上昇し、その後次第に急に上昇するようになって、 $\text{NO}_x$ 吸収量が飽和量に近づくと再び次第に緩やかになって上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度(図1(A)(B)IN)に漸近する。このため、下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度の増加速度

(図1(A)(B)のOUTで示したカーブの傾き)は、吸収開始後次第に増加し、ある時間が経過すると再び減少するようになる。すなわち、吸収開始後の下流側 $\text{NO}_x$ 濃度の上昇曲線には増加率が正から負に変わる変曲点

(図1(A)のA点、図1(B)のA'点)が存在する。また、この変曲点は $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量の変化(図1(A)(B))にかかわらず $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収量が飽和量に到達する前に現れる。請求項2に記載の発明では、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度が上記の変曲点に到達したときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定して再生を行うことにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量の変化にかかわらず、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収量が飽和量に到達する前に $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を回復させるようにしている。

【0019】一方、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側 $\text{NO}_x$ 濃度は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が一定であっても、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中の $\text{NO}_x$ 濃度( $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の排気中の $\text{NO}_x$ 濃度)が変動すると、それに応じて変動する。このため、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度のみに基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定していると、上流側の排気

中の $\text{NO}_x$ 濃度が大幅に変動したような場合には $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下を正確に判定できない場合が生じる。

【0020】請求項3に記載の発明では、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段により $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出し、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度との両方に基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定することにより、更に正確に $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下を判定している。すなわち、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力は流入する排気中の $\text{NO}_x$ のうち、どれだけの $\text{NO}_x$ を吸収することができるかによって表すことができるため、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度とを用いることにより正確に吸収能力の判定を行うことができる。

【0021】例えば、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度との差は、すなわち $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{NO}_x$ 量を表し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下すると、それに応じて小さくなる。そこで、請求項4に記載の発明では $\text{NO}_x$ 吸収剤の上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度との差が所定値以下になったときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定している。

【0022】また、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度と上流側 $\text{NO}_x$ 濃度との比は $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する $\text{NO}_x$ のうち $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収されずに $\text{NO}_x$ 吸収剤を通過する $\text{NO}_x$ の割合を表し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下すると、それに応じて増大する。そこで請求項5に記載の発明では $\text{NO}_x$ 吸収剤の下流側 $\text{NO}_x$ 濃度と上流側 $\text{NO}_x$ 濃度との比が所定値以上になったときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定している。

【0023】また、請求項6に記載の発明では、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段として $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側排気通路に $\text{NO}_x$ センサを設け、直接上流側 $\text{NO}_x$ 濃度を検出しているが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度は、すなわち機関から排出される排気の $\text{NO}_x$ 濃度であるため機関の回転数、負荷等の機関運転条件に依存する。このため、請求項7に記載の発明では、予め実測などにより機関の各運転条件における排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を求めておき、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度検出手段は、機関の運転条件から間接的に上流側 $\text{NO}_x$ 濃度を検出するようにしている。

【0024】また、上記の各請求項に記載の発明では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したと判定される毎に $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行うようにしているが、劣化等による $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量の低下は使用とともに徐々に進行する場合が多い。そこで、請求項8に記載の発明では、再生手段は所定の時間間隔で $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作を行うようにして、補正手段により下流側 $\text{NO}_x$ 濃度に基づいて上記時間間隔を補正するようにしている。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生の時間間隔は $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量の低下に合わせて調整されるようになり、前述の各請求項に記載の発明と同様に $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和

により排気性状が悪化することが防止される。

【0025】

【実施例】以下添付図面を用いて本発明の実施例について説明する。図2、図3はそれぞれ本発明の排気浄化装置の実施例を示す内燃機関の全体図である。ここで、図2は本発明を、排気通路に $\text{NO}_x$ 吸収剤を1つ配置して排気の浄化を行う排気浄化装置に適用した場合を、図3は本発明を、排気通路に $\text{NO}_x$ 吸収剤を並列に2つ配置して交互に再生を行う排気浄化装置に適用した場合の構成をそれぞれ示している。なお、図2、図3において同一の機能を有する要素は同一の参照符号で示している。

【0026】以下、それぞれの実施例について説明する。図2において1はリーン空燃比の燃焼を行うことのできるガソリンエンジン等の内燃機関、3は機関1の燃焼室、6は機関の吸気ポート、8は排気ポートを示す。各吸気ポート6は吸気枝管9を介してサージタンク10に接続されるとともに、各枝管9にはそれぞれの吸気ポート6に燃料を噴射する燃料噴射弁11が配置されている。

【0027】また、サージタンク10は吸気通路12を介してエアクリーナ13に接続され、吸気通路12内には運転者のアクセルペダル（図示せず）の操作に応じた開度をとるスロットル弁14が配置されている。また、サージタンク10にはサージタンク10内の絶対圧力に比例した出力電圧を発生する吸気圧センサ15が設けられている。

【0028】一方、機関1の排気ポート8は排気マニホールド16を介して排気通路17に接続されており、排気通路17には後述する $\text{NO}_x$ 吸収剤18を内蔵したケーシング19が接続されている。また、図2に20で示すのは、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18の下流側の排気通路に設けられた、排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサである。

【0029】排気中の $\text{NO}_x$ 成分濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサとしては種々のタイプがあるが、本実施例では、排気中の $\text{NO}_x$ 成分濃度をリアルタイムで検出し $\text{NO}_x$ 成分濃度に応じた電気信号を発生することが可能なタイプの $\text{NO}_x$ センサであれば使用することができる。この種の $\text{NO}_x$ センサとしては、例えばチタニア（酸化チタン）を主成分とするN型酸化物半導体セラミックスを検出素子として用いたセンサがある。この半導体型センサは、排気中の $\text{NO}_x$ （ $\text{NO}$ または $\text{NO}_2$ ）がセンサ表面に吸着される際に素子セラミックス中の電子を捕捉することにより生じる電気抵抗値の変化から排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出するタイプのものである図2に30で示すのは、機関1の電子制御回路である。電子制御回路30はROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35、出力ポート36をそれぞれ双方向性バス31で接続した、公知の構成のディジタルコン



ピュータからなり、機関1の燃料噴射量制御、点火時期制御等の機関の基本制御を行うほか、本実施例では $\text{NO}_x$ 吸収剤18の吸収能力の低下を判定する判定手段、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行う再生手段、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作の時間間隔を補正する補正手段等の請求項に記載した各手段としての役割を果たしている。

【0030】上記目的のため、制御回路30の入力ポート35には、吸気圧センサ15からの吸気圧力に応じた電圧信号と、 $\text{NO}_x$ センサ20から $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を表す電圧信号がそれぞれAD変換器37を介して入力されている他、機関のディストリビュータ（図示せず）に設けられた機関回転数センサ21から機関回転数を表すパルス信号が入力されている。

【0031】また、制御回路30の出力ポート36は、それぞれ対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁11と点火プラグ4とに接続され、燃料噴射弁11からの燃料噴射と機関の点火時期とを制御している。次に、図3の実施例の構成について説明する。図3において1は、例えばディーゼルエンジン等のリーン空燃比運転を行う内燃機関である。本実施例では、図2の実施例とは異なり、内燃機関1の排気通路17には2つの分岐通路17a、17bが設けられており、通路17a、17bには、図2の実施例と同様な $\text{NO}_x$ 吸収剤、それぞれ18a、18bを内蔵したケーシング19a、19bが接続されている。

【0032】また、排気通路17の通路17a、17bの分岐部には排気切り換え弁22が設けられ、排気通路17a、17bの任意の一方を所定の開度に閉鎖して排気通路17a、17bに排気を分配するようになっている。例えば排気切り換え弁22が図3に実線で示した位置に切り換えられると、排気の大部分は分岐通路17b側に流入し、分岐通路17a側に流入する排気流量が低減される。また、排気切り換え弁22が図3に点線で示した位置に切り換えられると、排気の大部分は分岐通路17a側に流入し、分岐通路17b側に流入する排気流量が低減される。図に22aで示すのは、後述するエンジン制御回路30からの制御信号により、切り換え弁22を駆動して所定の切り換え位置をとらせるための負圧アクチュエータ等、適宜な形式のアクチュエータである。

【0033】更に、分岐通路17a、17bの $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18b上流側には還元剤供給ノズル、それぞれ42a、42bが接続されている。還元剤供給ノズル42a、42bは、制御回路30からの制御信号に応じて上記排気流量が低減された側の $\text{NO}_x$ 吸収剤18aまたは18bに還元剤を供給して $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行うものである。

【0034】また、本実施例では分岐通路17a、17bは $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18b下流側で再び合流しており、この合流部下流の排気通路には、図2と同様に排気中の $\text{NO}_x$ 成分の濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサ20が

設けられている。図に30で示すのは図2と同様の構成の機関1の制御回路である。制御回路30は、本実施例においても機関の燃料噴射量制御等の基本制御を行っている他、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの吸収能力の低下を判定する判定手段、排気切り換え弁22の切り換え位置制御を行うとともに、還元剤供給装置41からの $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bへの還元剤供給制御を行う再生手段及び、 $\text{NO}_x$ センサ20の出力に応じて排気切り換え弁22の切り換え時間を制御する補正手段としての機能を果たしている。

【0035】この制御のため、制御回路30の入力ポートには、機関回転数やアクセル開度などの機関制御用の信号がそれぞれ回転数センサ21、アクセル開度センサ55から入力されている他、 $\text{NO}_x$ センサ20からの排気 $\text{NO}_x$ 濃度信号が入力されている。また、本実施例では、制御回路30の出力ポートは、各気筒の燃焼室に燃料を噴射する図示しない燃料噴射弁、燃料噴射ポンプ等の燃料系に駆動回路を介して接続され、各気筒への燃料噴射量を制御している他、排気切り換え弁22のアクチュエータ22aおよび還元剤供給装置41の制御弁44a、44bに駆動回路38、図示しない負圧制御弁等を介して接続され、これらの作動を制御している。

【0036】還元剤供給装置41は還元剤容器、加圧ポンプ等から構成される還元剤供給源43と、還元剤供給源43から還元剤供給ノズル42a、42bに供給される還元剤供給量の流量を調節する制御弁44a、44b及び、ノズル42a、42bと制御弁14a、14bとの間に配置された排気逆流防止用の逆止弁45a、45bとを備えている。制御弁44a、44bは、後述する $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの再生操作時、制御回路30の制御信号に応じて所定の開度を取り、開度に応じた量の還元剤を $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bに供給するものである。

【0037】 $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの $\text{NO}_x$ 放出、還元操作（再生操作）に使用する還元剤としては、排気中で炭化水素、一酸化炭素等の成分を発生するものであれば良く、水素、一酸化炭素等の気体、プロパン、プロピレン、ブタン等の液体又は気体の炭化水素、ガソリン、軽油、灯油等の液体燃料等が使用できる。本発明による実施例では、内燃機関1としてディーゼルエンジンを用いた場合には、機関燃料の軽油を還元剤として使用でき、還元剤供給源43として機関の燃料タンク、燃料ポンプ等を使用することができる。

【0038】次に、図2、図3の $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）について説明する。図2、図3においてケーシング19（19a、19b）に内蔵された $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）は、例えばアルミナ等の担体を使用し、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカ



リ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持された構成とされる。この $\text{NO}_x$ 吸収剤18は流入する排気の空燃比がリーンの場合には $\text{NO}_x$ を吸収し、酸素濃度が低下すると $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ の吸放出作用を行う。

【0039】なお、上述の排気空燃比とは、ここでは $\text{NO}_x$ 吸収剤の上流側の排気通路や機関燃焼室、吸気通路等にそれぞれ供給された空気量の合計と燃料、還元剤の合計との比を意味するものとする。従って、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の上流側排気通路に燃料、還元剤または空気が供給されない場合には、排気空燃比は機関の空燃比（機関燃焼室内の燃焼における空燃比）と等しくなる。

【0040】本実施例ではリーン空燃比の燃焼を行う機関が使用されているため、通常運転時の排気空燃比はリーンであり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤は排気中の $\text{NO}_x$ の吸収を行う。また、機関の空燃比がリーン空燃比からリッチ又は理論空燃比に切り換えられ（図2の場合）、または $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側排気通路に還元剤が供給され（図3の場合）、排気中の酸素濃度が低下すると $\text{NO}_x$ 吸収剤は吸収した $\text{NO}_x$ の放出を行う。

【0041】この吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかし、この吸放出作用は図4に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとりて説明するが、他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0042】すなわち、流入排気がかなりリーンになると流入排気中の酸素濃度が大幅に増大し、図4(A)に示されるようにこれら酸素 $\text{O}_2$ が $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ の形で白金Ptの表面に付着する。一方、機関からは $\text{NO}_x$ は大部分がNOの形で排出されるが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中のNOは白金Ptの表面上でこの $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ と反応し、 $\text{NO}_2$ となる（ $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ ）。次いで生成された $\text{NO}_2$ の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図4(A)に示されるように硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ の形で吸収剤内に拡散する。このようにして $\text{NO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸収剤内に吸収される。

【0043】従って、流入排気中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面で $\text{NO}_2$ が生成され、吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力が飽和しない限り $\text{NO}_2$ が吸収剤内に吸収されて硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ が生成される。これに対して $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の空燃比がリッチまたは理論空燃比になると流入排気中の酸素濃度が低下して $\text{NO}_2$ の生成量が減少する。これにより反応は逆方向（ $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$ ）に進み、吸収剤内の硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ が $\text{NO}_2$ の形で吸収剤から放出される。

【0044】一方、流入排気中に未燃HC、CO等の成

分が存在すると、これらの成分は白金Pt上の酸素 $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ と反応して酸化され、白金Pt上の酸素を消費する。また、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から放出された $\text{NO}_2$ は図4(B)に示すようにHC、COと反応して還元される。このようにして白金Ptの表面上に $\text{NO}_2$ が存在しなくなると吸収剤から次から次へと $\text{NO}_2$ が放出される。

【0045】すなわち、流入排気中のHC、COは、まず白金Pt上の $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ とただちに反応して酸化され、次いで白金Pt上の $\text{O}_2^-$ または $\text{O}^{2-}$ が消費されてもまだHC、COが残っていればこのHC、COによって吸収剤から放出された $\text{NO}_x$ 、および排気とともに流入する $\text{NO}_x$ が還元される。図2の実施例では、制御回路30は、通常は燃料噴射量を制御して通常はリーン空燃比の運転を行い、リーン空燃比運転が一定期間継続して $\text{NO}_x$ 吸収剤18の $\text{NO}_x$ 吸収量が増大したときに燃料噴射量を増量して、短時間機関空燃比をリッチ空燃比に切り換えて $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行う。すなわち、機関空燃比がリッチまたは理論空燃比に切り換えられると、排気中の酸素濃度が大幅に低下し、同時に排気中の未燃HC、CO成分が増加する。これにより上述したように $\text{NO}_x$ 吸収剤18から吸収した $\text{NO}_x$ が放出されるとともに、放出された $\text{NO}_x$ 及び機関から排出された $\text{NO}_x$ が未燃HC、COにより還元浄化される。

【0046】また、図3の実施例では、制御回路30は排気切換弁22の操作により交互に $\text{NO}_x$ 吸収剤18aと18bの $\text{NO}_x$ 吸収と放出とを行う。すなわち、図3の実施例では、排気切換弁22の操作により一方の $\text{NO}_x$ 吸収剤（例えば18a）に大部分の排気を流して $\text{NO}_x$ を吸収させる。また、所定時間 $\text{NO}_x$ 吸収を行って $\text{NO}_x$ 吸収剤18aの $\text{NO}_x$ 吸収量が増大してくると、排気切換弁22を切り換えて他方の $\text{NO}_x$ 吸収剤18bに排気を流し $\text{NO}_x$ 吸収剤18aの再生を行う。すなわち、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18aに流入する排気流量を低減するとともに、還元剤供給ノズル42aから $\text{NO}_x$ 吸収剤18aに所定量の還元剤を供給する。還元剤の供給により $\text{NO}_x$ 吸収剤18aに流入する排気空燃比がリッチまたは理論空燃比になり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18a上での還元剤の酸化により排気中の酸素が消費されると、酸素濃度の低下により $\text{NO}_x$ 吸収剤18aから吸収した $\text{NO}_x$ が放出され、排気中の還元剤により放出された $\text{NO}_x$ が還元浄化される。また、切換え後所定時間が経過して $\text{NO}_x$ 吸収剤18bの $\text{NO}_x$ 吸収量が増大してくると、再度排気切換弁22の切換えを行い、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18a側に排気を流して $\text{NO}_x$ 吸収剤18aによる $\text{NO}_x$ 吸収を再開するとともに $\text{NO}_x$ 吸収剤18bの再生を行う。

【0047】上述のように、図2、図3の実施例では $\text{NO}_x$ 吸収剤による排気中の $\text{NO}_x$ の吸収と $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生とを交互に繰り返すことにより排気の浄化を行

ているが、 $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化などにより  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収可能な最大  $\text{NO}_x$  量が低下してくると、再生後  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下するまでの時間が次第に短くなるため、前述のような問題が生じる。

【0048】 $\text{NO}_x$  吸収剤の飽和量の低下は、吸収剤 BaO の熱劣化等の他、硫黄被毒などにより生じる。例えば、機関の排気中には、燃料や潤滑油中に含まれる微量の硫黄分の燃焼により生じる微量の硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ ) が含まれるが、排気中の  $\text{SO}_x$  は上述の  $\text{NO}_x$  の吸収と同じメカニズムで  $\text{NO}_x$  吸収剤に吸収されるため、 $\text{NO}_x$  吸収剤に吸収された  $\text{SO}_x$  により  $\text{NO}_x$  吸収剤の硫黄被毒が生じる場合がある。すなわち、排気空燃比がリーンのとき排気中の  $\text{SO}_x$  (例えば  $\text{SO}_2$ ) は白金 Pt 上で酸化されて  $\text{SO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^-$  となり、酸化バリウム BaO と結合して  $\text{BaSO}_4$  を形成する。ところが、 $\text{BaSO}_4$  は比較的安定であり、また、結晶が粗大化しやすいため一旦生成されると分解放出されにくい。このため、吸収された  $\text{SO}_x$  は通常の  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作では放出されずに  $\text{NO}_x$  吸収剤内に蓄積される傾向がある。このように  $\text{NO}_x$  吸収剤中の  $\text{BaSO}_4$  の生成量が増大すると  $\text{NO}_x$  の吸収に関与できる BaO の量が減少してしまい、吸収可能な最大  $\text{NO}_x$  量 (飽和量) が低下してしまう、いわゆる硫黄被毒 (または  $\text{SO}_x$  被毒) が生じるのである。また、 $\text{NO}_x$  吸収剤を長時間使用して高温により吸収剤 BaO 自体が劣化したような場合にも上記の硫黄被毒と同様に飽和量が低下する場合がある。

【0049】更に、図3の実施例の構成では、例えば排気切換弁 22 に排気中のカーボン粒子等が堆積したため、切換弁 22 が所定開度まで閉弁しなくなったような場合にも  $\text{NO}_x$  吸収剤の飽和量の低下が生じる。すなわち、切換弁 22 が所定開度まで閉弁せず再生中の  $\text{NO}_x$  吸収剤に流入する排気の流量が増加すると、 $\text{NO}_x$  吸収剤に供給された還元剤が多量の排気で希釈されてしまい、 $\text{NO}_x$  吸収剤中の  $\text{NO}_x$  が充分に放出されず、再生後の  $\text{NO}_x$  吸収剤中の  $\text{NO}_x$  残存量が増大してしまうからである。

【0050】また、単位時間当たり  $\text{NO}_x$  吸収剤に吸収される  $\text{NO}_x$  量は常に一定ではなく、機関負荷、機関回転数 (排気流量)、排気中の  $\text{NO}_x$  濃度、排気温度等の機関運転条件により大きく変化する。このため、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力は  $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化程度ばかりでなく機関運転条件などにより変化することから、前述の特開昭 62-106826 号公報の装置のように再生操作を行う時間間隔を一定値に固定したのでは、 $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化に応じた適切な再生を行うことができない問題がある。

【0051】本発明による実施例では、 $\text{NO}_x$  吸収剤 18 (18a、18b) の下流側に配置した  $\text{NO}_x$  センサ 20 により、 $\text{NO}_x$  吸収剤を下流側排気中の  $\text{NO}_x$  濃度

を検出することにより  $\text{NO}_x$  吸収剤 18 (18a、18b) の吸収能力の変化を監視し、吸収能力が低下したときに再生操作を実行することにより、適切な再生操作の時期を設定して上記の事態を防止している。

【0052】以下、上記実施例の  $\text{NO}_x$  吸収剤再生時期の設定操作について説明する。なお、以下の設定操作は図2、図3両方の構成に適用される。図5は制御回路 30 により一定時間毎に実行される  $\text{NO}_x$  吸収剤再生時期設定ルーチンのフローチャートの一例を示す。前述のように、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下すると、再生終了後下流側排気の  $\text{NO}_x$  濃度が增大するようになる。また、図1に示したように  $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化等による飽和量の低下が生じると  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の低下は再生後短時間で生じるようになる。図5の実施例では、再生終了後の  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側排気の  $\text{NO}_x$  濃度上昇カーブを監視して、上昇カーブに変曲点 (図1(A)(B)における A、A' 点) が検出されたときに、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下したと判定して  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生を行う。これにより、 $\text{NO}_x$  吸収剤の劣化や機関運転状態の変化等にかかわらず  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収量が飽和量に到達する前に再生操作を行うことが可能となる。

【0053】図5においてルーチンがスタートすると、ステップ 501 では  $\text{NO}_x$  吸収剤 18 (18a、18b) 下流側の  $\text{NO}_x$  センサ 20 から  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側排気の  $\text{NO}_x$  濃度 NR が読み込まれ、ステップ 503 では前回ルーチン実行時の  $\text{NO}_x$  濃度  $\text{NR}_{i-1}$  を用いて、 $\text{NO}_x$  濃度の増加速度 DNR が、 $\text{DNR} = \text{NR} - \text{NR}_{i-1}$  として計算される。

【0054】また、ステップ 505 では、ステップ 503 で算出した増加速度 DNR と、前回ルーチン実行時の増加速度  $\text{DNR}_{i-1}$  とを用いて、 $\text{NO}_x$  濃度増加速度の変化率  $\text{D2NR}$  が、 $\text{D2NR} = \text{DNR} - \text{DNR}_{i-1}$  として計算され、ステップ 507 では、次のルーチン実行に備えて  $\text{NR}_{i-1}$  と  $\text{DNR}_{i-1}$  の値が更新される。次いで、ステップ 511、513 では、読み込んだ下流側  $\text{NO}_x$  濃度 NR と、上記により計算した増加速度の変化率  $\text{D2NR}$  との値から  $\text{NO}_x$  吸収剤 18 (18a、18b) の吸収能力が低下したか否かが判定される。すなわち、下流側  $\text{NO}_x$  濃度 NR が所定値  $\text{N}_1$  以上 (ステップ 511) であり、かつ  $\text{NO}_x$  の増加速度の変化率  $\text{D2NR}$  がゼロまたは負 (ステップ 513) であった場合には、 $\text{NO}_x$  吸収剤 18 (18a、18b) の  $\text{NO}_x$  吸収能力が低下しており、再生操作が必要と判定して、ステップ 515 に進み再生フラグ FR をセット (=1) してルーチンを終了する。また、ステップ 511、513 の条件のいずれかが成立しない場合には再生フラグ FR の値は変更せずにそのままルーチンを終了する。

【0055】ステップ 513 で再生フラグ FR がセット (=1) されると、別途制御回路 30 により実行される

図示しないルーチンにより、前述のように、機関燃料噴射量の増量による機関空燃比のリッチ化（図2の場合）または、切替弁22の切換と還元剤供給装置41からの還元剤供給（図3の場合）による $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作が行われる。また、所定時間再生操作が実行され、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生が終了すると、燃料噴射量は通常のリーン空燃比相当値に戻され（図2の場合）、または還元剤の供給が停止され（図3の場合）、さらに再生フラグFRはリセット（=0）される。なお、本実施例で下流側 $\text{NO}_x$ 濃度の増加カーブが変曲点に達したこと（ステップ513）のみならず、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度が所定値以上になったこと（ステップ511）を再生操作実行の要件としている。これは、例えば機関運転状態の変化などにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気 $\text{NO}_x$ 濃度が急激に減少したような場合には、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度もそれに応じて減少するため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下していても下流側 $\text{NO}_x$ 濃度の増加曲線に変曲点を生じる場合があるため、このような場合に $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生が実行されてしまうことを防止するためである。

【0056】このように、本実施例では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出し、 $\text{NO}_x$ 濃度変化を監視することにより $\text{NO}_x$ 吸収剤の劣化（飽和量の変化）や機関の運転状態の変化があっても、 $\text{NO}_x$ 吸収剤が吸収した $\text{NO}_x$ で飽和する前に余裕を持って再生操作を行うことが可能となり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下による排気性状の悪化を有効に防止することが可能となる。

【0057】ところで、上記実施例では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側 $\text{NO}_x$ 濃度変化のみに基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下の有無を検出していたが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側の $\text{NO}_x$ 濃度は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の劣化の状態が同じであっても、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の $\text{NO}_x$ 濃度が変化すれば、それに応じて変動する。すなわち、機関運転条件の変化などにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気の $\text{NO}_x$ 濃度が増減すれば下流側の $\text{NO}_x$ 濃度もそれに応じて増減することになる。このため、下流側の $\text{NO}_x$ 濃度のみに基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定していると、機関運転条件の変化などによっては $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を正確に判定できない場合が生じるおそれがある。

【0058】そこで、図6、図7に説明する実施例では、図2、図3に点線で示したように、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）上流側の排気通路に、下流側 $\text{NO}_x$ センサ20と同様な $\text{NO}_x$ センサ25を設けて、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度に加えて $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側 $\text{NO}_x$ 濃度も検出し、これらの $\text{NO}_x$ 濃度の相互関係の変化にもとづいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下を判定している。

【0059】図6のルーチンでは、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度との差に基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤吸収能力の低下を判定

する。 $\text{NO}_x$ 吸収剤の上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度との差は、すなわち $\text{NO}_x$ 吸収剤に実際に吸収された $\text{NO}_x$ 量を表すため $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側と下流側の $\text{NO}_x$ 濃度差を監視することにより、上流側の $\text{NO}_x$ 濃度の変動にかかわらず $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下を検出することができる。

【0060】図6においてルーチンがスタートすると、ステップ601では、下流側 $\text{NO}_x$ センサ20から、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度NRDが読み込まれ、ステップ603では上流側 $\text{NO}_x$ センサ25から $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度NRUが読み込まれる。次いで、ステップ605では上記により読み込んだNRDとNRUとの差 $\Delta\text{NR}$ が計算される。

【0061】また、ステップ607では上記により計算した濃度差 $\Delta\text{NR}$ が所定値 $\Delta\text{NR}_1$ 以下か否かが判定される。 $\Delta\text{NR} \leq \Delta\text{NR}_1$ である場合、すなわち下流側 $\text{NO}_x$ 濃度が上流側 $\text{NO}_x$ 濃度に近づいている場合は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下しており、再生操作が必要と判断されるため、ステップ609に進み再生フラグFRをセット（=1）してルーチンを終了する。また、ステップ607で $\Delta\text{NR} > \Delta\text{NR}_1$ である場合には、 $\text{NO}_x$ 吸収剤が流入する排気中の $\text{NO}_x$ の大部分を吸収しており、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下していないと判定されるため、再生フラグFRのセットは行わず、そのままルーチンを終了する。

【0062】なお、上記所定値 $\Delta\text{NR}_1$ は $\text{NO}_x$ 吸収剤の種類、サイズ等により異なり、実験等により決定することが好ましい。また、図6において、再生フラグFRがセット（=1）されると、別途制御回路30により実行される図示しないルーチンにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）の再生操作が実行されるのは、図5の実施例と同様である。

【0063】ところで、上記実施例では、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度との差 $\Delta\text{NR}$ を監視することにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定しているが、濃度の差 $\Delta\text{NR}$ 以外のパラメータを用いて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定することも可能である。例えば、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度NRDと上流側 $\text{NO}_x$ 濃度NRUとの比 $\text{RNR} = \text{NRD} / \text{NRU}$ により $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定することもできる。すなわち、上記濃度比RNRは、流入する排気中の $\text{NO}_x$ のうち吸収されずに下流側に流出する $\text{NO}_x$ の割合を表すため、濃度比RNRが増大した場合は $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下したことを意味している。そこで、濃度の差 $\Delta\text{NR}$ が所定値以下になったことを検出する代わりに上記濃度比RNRが所定値 $\text{RNR}_1$ （例えば $\text{RNR}_1 = 0.8$ 程度）より大きくなったことを検出して $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の低下を判定することもできる。

【0064】図7は濃度比RNRによる $\text{NO}_x$ 吸収剤劣化判定ルーチンのフローチャートを示す。本ルーチン

も、図5、図6のルーチンと同様制御回路30により一定時間毎に実行される。図7においてルーチンがスタートすると、ステップ701では、下流側 $\text{NO}_x$ センサ20から下流側 $\text{NO}_x$ 濃度NRDが、ステップ703では上流側 $\text{NO}_x$ センサ25から上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度NRUがそれぞれ読み込まれる。次いで、ステップ705では上記により読み込んだNRDとNRUとの比RNRが、 $\text{RNR} = \text{NRD} / \text{NRU}$ として計算される。

【0065】また、ステップ707では上記により計算した濃度の比RNRが所定値 $\text{RNR}_1$ 以上（例えば、 $\text{RNR}_1 = 0.8$ 程度）か否かが判定される。 $\text{RNR} \geq \text{RNR}_1$ である場合、すなわち下流側 $\text{NO}_x$ 濃度が上流側 $\text{NO}_x$ 濃度に近づいている場合は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）に吸収されずに $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側通過する $\text{NO}_x$ の量が増大しており、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下していると考えられるため、ステップ709に進み再生フラグFRをセット（=1）してルーチンを終了する。また、ステップ707で $\text{RNR} < \text{RNR}_1$ である場合には、 $\text{NO}_x$ 吸収剤が流入する排気中の $\text{NO}_x$ の大部分を吸収しており、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下していないと判定されるため、再生フラグFRのセットは行わず、そのままルーチンを終了する。

【0066】再生フラグFRがセット（=1）されると、別途制御回路30により実行される図示しないルーチンにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）の再生操作が実行されるのは、図5、図6の実施例と同様である。図6、図7の実施例によれば、下流側 $\text{NO}_x$ 濃度に加えて、上流側 $\text{NO}_x$ 濃度を検出し、両方の $\text{NO}_x$ 濃度の相互関係に基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定するようにしたことにより、運転条件の変化等により、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中の $\text{NO}_x$ 量が大幅に変動したような場合にも正確に $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定することが可能となる。

【0067】なお、図6から図7の実施例では $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）の上流側排気通路に設置した上流側 $\text{NO}_x$ センサ25（図2、図3）により、 $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）の上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を直接検出していたが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の上流側 $\text{NO}_x$ 濃度は、すなわち機関から排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$ 濃度である。また、機関から排出される排気ガスの $\text{NO}_x$ 濃度は機関負荷と吸入空気量などの機関運転条件により決定される。そこで、上記のように $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側に $\text{NO}_x$ センサ25を設ける代わりに機関運転条件から $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の $\text{NO}_x$ 濃度を算出することも可能である。

【0068】この場合、予め機関吸気圧力PM（図2の場合）またはアクセル開度ACC（図3の場合）と回転数N（すなわち吸入空気量）とを変えた条件下で機関の排気中の $\text{NO}_x$ 濃度RNUを実測して、吸気圧力PM（またはスロットル開度ACC）と回転数Nとの関数と

して、 $\text{NO}_x$ 濃度RNUを図8（A）（または図8（B））に示すような形式の数値テーブルの形で制御回路30のROM32に格納しておく。また、図6ステップ603と図7ステップ703では、 $\text{NO}_x$ センサ25から $\text{NO}_x$ 吸収剤18（18a、18b）上流側 $\text{NO}_x$ 濃度を読み込む代わりに、図2の吸気圧センサ15から読み込んだ機関吸気圧力PM（または図3のアクセル開度センサ55から読み込んだアクセル開度ACC）と回転数センサ21から読み込んだ機関回転数Nとを用いて、ROM32に格納した図8（A）（または図8（B））の数値テーブルから上流側 $\text{NO}_x$ 濃度RNUを読み出すようにすれば良い。

【0069】このように、機関運転条件から $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の $\text{NO}_x$ 濃度を算出するようにすることにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤上流側の $\text{NO}_x$ センサ25を省略して装置を簡素化し装置コストを低減することができる。次に、図9から図11を用いて本発明の別の実施例について説明する。上記の各実施例では $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側 $\text{NO}_x$ 濃度の変化により $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を判定し、吸収能力が所定の値より低くなったときに $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作を実行するようにしていた。これに対して、本実施例では $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作は所定間隔毎に実行することとして、この再生操作の間隔を下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度に基づいて補正するようにしている。このように再生操作の実行間隔を補正することによっても、上記の各実施例と同様に $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力の変化に応じた再生操作を行うことができる。

【0070】図9は本実施例の $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生実行間隔の制御を説明する図である。図9（A）（B）は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間と $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側の排気中の $\text{NO}_x$ 成分濃度を示す図1と同様な図である。本実施例では、制御回路30は $\text{NO}_x$ 吸収剤が $\text{NO}_x$ 吸収を開始してから一定時間 $T_R$ 経過時の下流側排気 $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ を検出し、この $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ に基づいて $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間（再生操作実行間隔）を補正する。すなわち、この $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ が所定値 $N_{AC}$ より大きい場合には、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が低下していると判断して $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間（再生操作実行間隔）を所定時間だけ短縮する。また、この $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ が所定値 $N_{AC}$ より小さい場合には、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力に十分に余裕があると判断して $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間（再生操作実行間隔）を所定時間だけ増大する。

【0071】例えば、図9（A）は図1（B）と同様に $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力が低下した場合を示す。この場合吸収開始後時間 $T_R$ 経過時の $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度（下流側 $\text{NO}_x$ センサ20出力） $N_{AR}$ は所定値 $N_{AC}$ より大きくなるため、制御回路30は前回の再生操作実行間隔 $T_{INT}$ を所定値 $\Delta T$ だけ短縮する。これにより、図9（A）に実線で示すように、 $\text{NO}_x$

吸収剤下流側の排気中の $\text{NO}_x$ 成分濃度が大幅に増大する前に再生操作が行われ、排気性状の悪化が防止される。

【0072】一方、図9(B)は上記と逆に運転条件の変化等により機関の $\text{NO}_x$ 排出量が減少した場合等のように、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力に余裕が生じた場合を示す。この場合、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力に余裕があるため、吸収開始後時間 $T_R$ 経過時の $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ は所定値 $N_{AC}$ に達していない。しかし、この場合も前回と同じ再生操作実行間隔で $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行ったのでは $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収量が少ない状態で再生を行うことになり、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力を最大限に活用することができない。そこで、この場合制御回路30は、前回までの再生操作実行間隔 $T_{INT}$ を所定値（例えば、 $1/2 \cdot \Delta T$ ）だけ増大して $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収量が十分に増加してから $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を行うようにする。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力を最大限に活用した効率的な排気浄化が可能となる。

【0073】なお、本実施例では、 $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ の判定値 $N_{AC}$ は例えば、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する上流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度（IN）の50パーセント程度に、また、 $\text{NO}_x$ 濃度の判定を行う時期 $T_R$ は、標準的な再生操作実行間隔（例えば3分）の $1/2$ 程度の時間に設定される。図10は上記の再生操作実行間隔の補正動作を、図3に示した排気浄化装置の構成にてきようした場合の例を示すフローチャートである。本ルーチンは制御回路30により一定間隔毎に実行される。

【0074】図10において、ルーチンがスタートするとステップ1001では、時間 $t$ が所定時間 $T_R$ か否かが判断される。経過時間 $t$ は後述の図11のルーチンで演算される $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの切り換えが行われてからの経過時間である。ステップ1001で $t \neq T_R$ であれば、本ルーチンは以降の動作を行わずステップ1019で終了する。また、 $t = T_R$ であれば、ステップ1003で機関運転条件を表すパラメータとしての機関回転数 $N$ とアクセル開度 $ACC$ とがそれぞれセンサ21、55（図3）から読み込まれ、ステップ1005ではこれらのパラメータから図8(B)に基づいて機関の排気 $\text{NO}_x$ 濃度が計算され、この濃度に一定の係数（例えば0.5）を乗じた値が $N_{AC}$ として制御回路30のRAMに記憶される。

【0075】次いで、ステップ1007では下流側 $\text{NO}_x$ センサ20から $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18b下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度 $N_{AR}$ が読み込まれ、ステップ1009では上記 $N_{AR}$ と $N_{AC}$ とが比較される。ステップ1009で $N_{AR} \geq N_{AC}$ であった場合には、前述のように $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力が低下しているため、ステップ1011で再生操作実行間隔 $T_{INT}$ が任意の一定値 $\Delta T$ だけ短縮されるとともに、ステップ1013では再生操作

時の還元剤供給装置41からの還元剤供給量 $CH$ が一定量 $\Delta CH$ だけ増大される。また、ステップ1009で $N_{AR} < N_{AC}$ であった場合には、 $\text{NO}_x$ 吸収能力に十分な余裕があるため、ステップ1015で再生操作実行間隔 $T_{INT}$ が $1/2 \cdot \Delta T$ だけ増大されるとともに、ステップ1017では還元剤供給装置41からの再生操作時の還元剤供給量 $CH$ が所定量 $1/2 \cdot \Delta CH$ だけ減少される。

【0076】ここで、 $N_{AR}$ の値に応じて還元剤供給量 $CH$ についても補正しているのは、劣化により $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量が低下した場合には、よりリッチな排気空燃比で再生を行うことにより $\text{NO}_x$ 吸収剤の飽和量がある程度回復すること、また排気切換弁2の異物噛み込み等により再生時の排気流量が増大したために $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生が不十分になっているような場合には供給する還元剤の量を増加して再生時に適切な空燃比が得られるようにする必要があるからである。

【0077】なお、上記実行間隔 $T_{INT}$ と還元剤供給量 $CH$ とは機関始動時には適宜な所定値（初期値）に設定されるが、制御回路30に機関停止時にも記憶保持可能なバックアップRAMを設けて、上記ルーチンにより算出した実行間隔 $T_{INT}$ と還元剤供給量 $CH$ とを記憶させ、初期値として用いても良い。また、図10のフローチャートには示していないが、上記補正後の再生実行間隔 $T_{INT}$ と還元剤供給量 $CH$ とは、それぞれ最大値と最小値とを設定してこれらの値が過大または過少になるのを防止するようにしても良い。

【0078】次に、図11は上記により設定された再生操作実行間隔 $T_{INT}$ と還元剤供給量 $CH$ とに基づく $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作を示すフローチャートである。本ルーチンも図10のルーチンと同様に制御回路30により一定間隔毎に実行される。図11においてルーチンがスタートすると、ステップ1101では $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの切り換えが行われてからの経過時間を表すパラメータ $t$ に $\Delta t$ が加算される。ここで、 $\Delta t$ は本ルーチンの実行間隔に相当する値である。後述のように、パラメータ $t$ は $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの切り換え操作直後にクリアされるため、 $t$ の値は $\text{NO}_x$ 吸収剤18a、18bの切り換え操作後の経過時間を表している。

【0079】ステップ1103では、上記により $\Delta t$ 加算された $t$ の値が図10のルーチンで補正された再生操作実行間隔 $T_{INT}$ 以上か否かが判断され、 $T_{INT}$ 以上であった場合にはステップ1105で排気切換弁22が切り換えられるとともに、今まで $\text{NO}_x$ 吸収を行っていた $\text{NO}_x$ 吸収剤に還元剤供給装置41から図10のルーチンで補正された後の量 $CH$ の還元剤が供給され、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生が行われる。また、この排気切換弁の切り換え後ステップ1107ではパラメータ $t$ がクリアされルーチンが終了する。ステップ1103で時間 $t$ が $T_{INT}$ に達していない場合には上記再生操作は行わずステップ1109に進み、本ルーチンは直ちに終了する。

【0080】上述のように、本実施例によれば、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の変化に応じて適切な再生操作がおこなわれるため、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力低下による排気性状の悪化を防止するとともに  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力を有効に活用することが可能となる。なお、図10、図11の実施例では、図3の構成について説明したが、図10、図11は図2のように排気通路に1つの  $\text{NO}_x$  吸収剤を配置して機関空燃比をリッチまたは理論空燃比に切り換える場合についても同様に適用することができる。この場合、例えば図10ステップ1013、ステップ1017で還元剤供給量CHを増減する代わりに、再生操作時の機関への燃料供給量を増減するようにすればよい。

【0081】また、上記実施例では  $\text{NO}_x$  濃度  $N_{AR}$  の判定値  $N_{AC}$  は、機関運転条件から算出した機関排気  $\text{NO}_x$  濃度に基づいて算出しているが、 $\text{NO}_x$  吸収剤上流側の排気通路にも  $\text{NO}_x$  センサ25（図2、図3）を配置し、直接  $\text{NO}_x$  吸収剤上流側の排気  $\text{NO}_x$  濃度を検出して判定値  $N_{AC}$  を決定しても良い。更に、上記上記実施例では  $\text{NO}_x$  濃度  $N_{AR}$  として、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収開始後所定時間経過時点の排気中の  $\text{NO}_x$  濃度を用いているが、一回の検出結果を用いるのではなく、一定の期間の検出値の平均を求めて  $N_{AR}$  として使用しても良い。

【0082】また、判定値  $N_{AC}$  は、上流側排気の  $\text{NO}_x$  濃度の一定割合とするのではなく、固定値を用いることもできる。

【0083】

【発明の効果】本発明の排気浄化装置は、 $\text{NO}_x$  吸収剤の下流側の排気通路に配置した  $\text{NO}_x$  センサにより  $\text{NO}_x$  吸収剤を通過する排気中の  $\text{NO}_x$  濃度を検出し、この  $\text{NO}_x$  濃度に基づいて  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力を直接判定して、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の変化に応じて適切な再生操作を行うようにしたことにより、 $\text{NO}_x$  吸収剤の飽和量の変化や機関運転状況の変動にかかわらず、排気

性状の悪化を防止して  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力を有効に活用した効率的な排気浄化を行うことが可能となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力低下の判定原理を説明する図である。

【図2】本発明の排気浄化装置を適用する内燃機関の一実施例の概略図である。

【図3】本発明の排気浄化装置を適用する内燃機関の、図2とは別の実施例の概略図である。

【図4】本発明の  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸放出作用を説明する図である。

【図5】本発明の  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生時期設定動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】本発明の  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生時期設定動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】本発明の  $\text{NO}_x$  吸収剤の再生時期設定動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】機関排気中の  $\text{NO}_x$  濃度を表す数値テーブルの形式を示す図である。

【図9】 $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作実行間隔の補正動作を説明する図である。

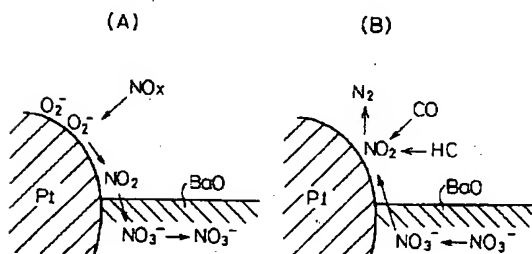
【図10】 $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作実行間隔の補正動作の一例を示すフローチャートである。

【図11】 $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作の一例を示すフローチャートである。

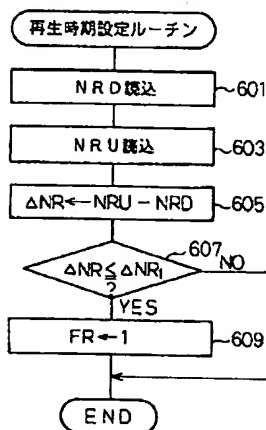
【符号の説明】

- 1…内燃機関
- 17…排気通路
- 18、18a、18b… $\text{NO}_x$  吸収剤
- 22…排気切り換え弁
- 20、25… $\text{NO}_x$  センサ
- 30…制御回路
- 41…還元剤供給装置

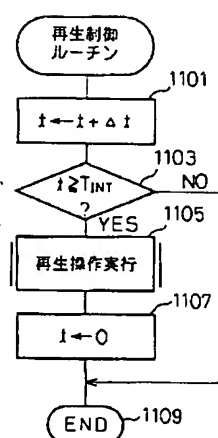
【図4】



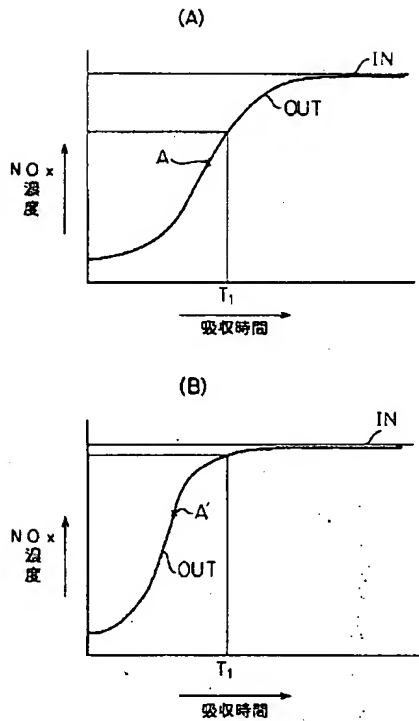
【図6】



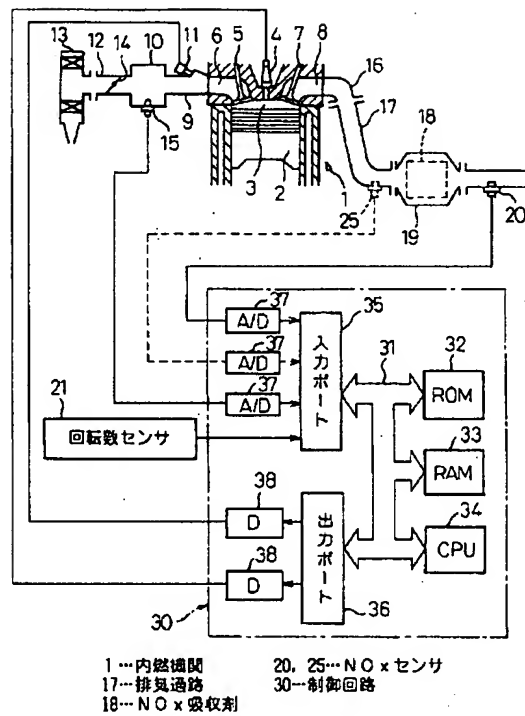
【図11】



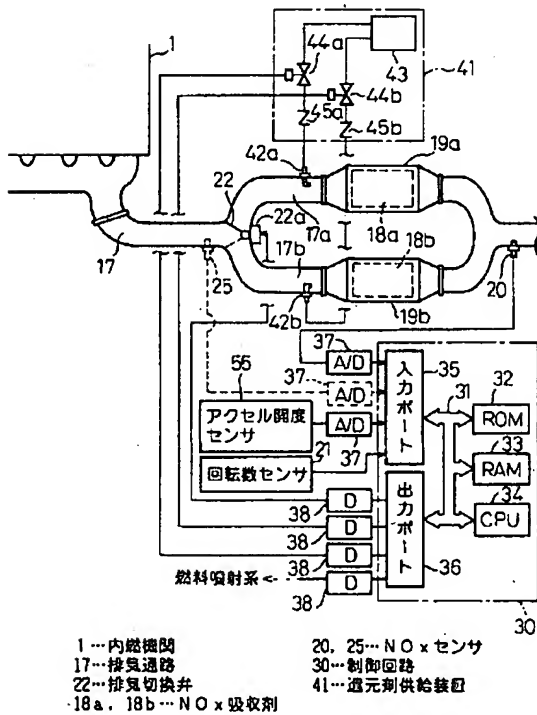
【図1】



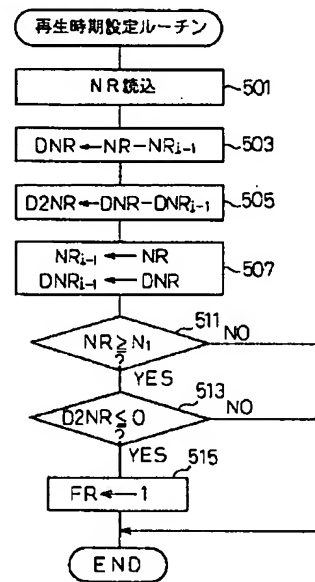
【図2】



【図3】

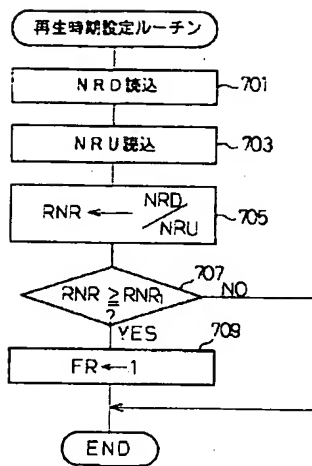


【図5】

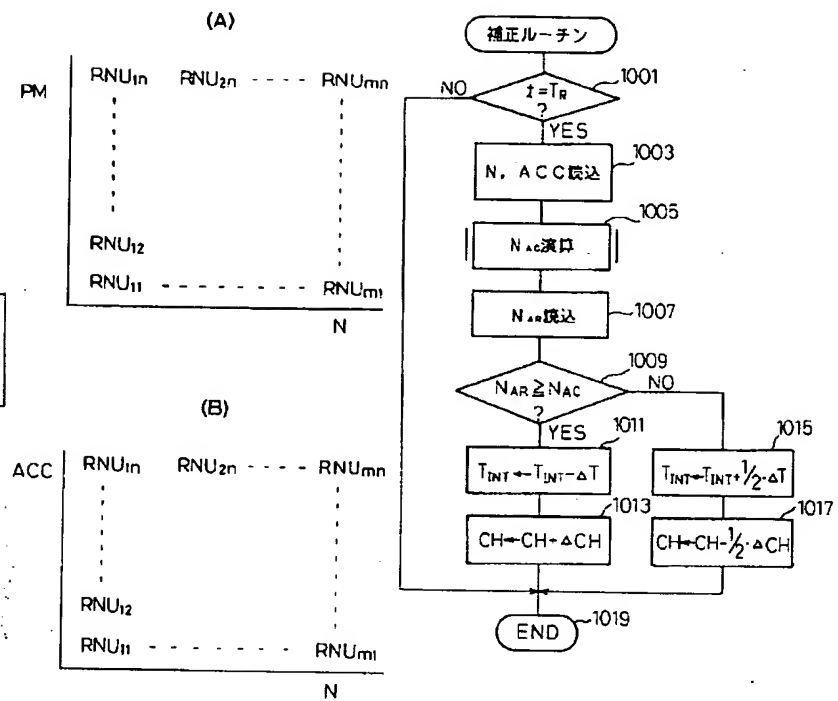




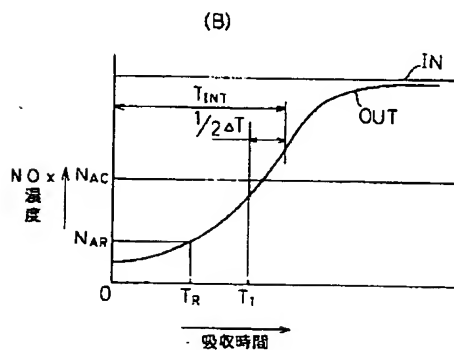
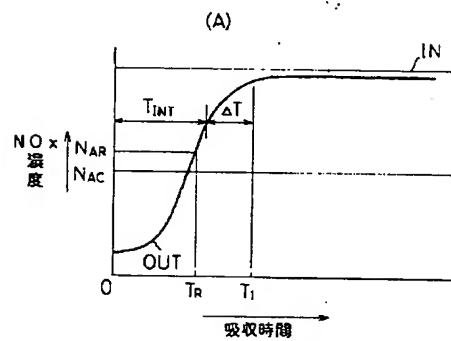
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/28	3 0 1 C			
F 0 2 D 41/04	3 0 5 Z			
41/14	3 1 0 J			

(72)発明者 井口 哲  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 荒木 康  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 広田 信也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 小端 喜代志  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)